

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-291880

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

F16L 59/06

(21)Application number : 11-096311

(71)Applicant : MATSUSHITA REFRIG CO LTD

(22)Date of filing : 02.04.1999

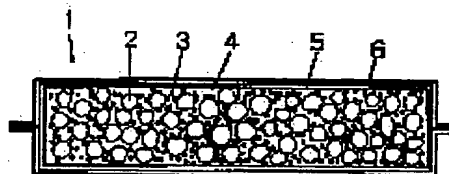
(72)Inventor : HAYASHI CHIE  
AMAYOSHI TOMONAO  
TAKUSHIMA TSUKASA

## (54) VACUUM HEAT INSULATING MATERIAL AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve heat insulating performance without increase in solid heat conductivity by mixing powder with a grain size within one specific range and powder with a grain size within another specific range together for using the mixture as a core material for a vacuum heat insulating material.

SOLUTION: A vacuum heat insulating material 1 consists of a core material using powder with grain sizes showing volume frequency peaks at 100-400  $\mu\text{m}$  and at 1-50  $\mu\text{m}$  in a histogram representing a volume frequency to a grain size and a coating material covering the core material. Because these kinds of powder 4 is applied to the core material for the vacuum heat insulating material 1, a void in the powder is reduced and gas heat conductivity is reduced, while increase in conduction points between the powder is lowered and solid heat conductivity is not also increased, and consequently a heat insulating material with excellent heat insulating performance can be provided. As the grain sizes of the powder 4 are limited within a range of 100-400  $\mu\text{m}$  and within a range of 1-50  $\mu\text{m}$ , the vacuum heat insulating material 1 excellent in both of gas heat conductivity and solid heat conductivity can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-291880  
(P2000-291880A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 1 6 L 59/06

識別記号

F I  
F 1 6 L 59/06

キーワード(参考)  
3 H 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-96311

(22) 出願日 平成11年4月2日 (1999. 4. 2)

(71) 出願人 000004488  
松下冷機株式会社  
大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号  
(72) 発明者 林 千恵  
大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号  
松下冷機株式会社内  
(72) 発明者 天良 智尚  
大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号  
松下冷機株式会社内  
(74) 代理人 100097445  
弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

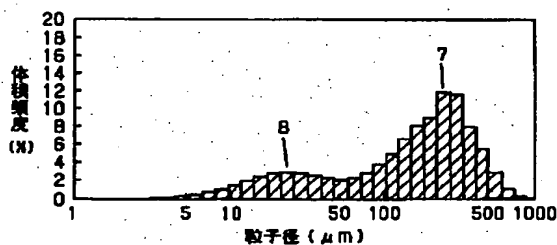
(54) 【発明の名称】 真空断熱材および真空断熱材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は冷蔵庫および住宅の断熱材として使用可能な真空断熱材に関するものであり、芯材を構成する粉体の粒度分布を制御することにより高性能な真空断熱材を得ることを目的としている。

【解決手段】 平均粒径100~400 $\mu$ mの粉体と平均粒径1~50 $\mu$ mの粉体を混合した粉体を芯材に適用することにより、気体熱伝導、固体熱伝導ともに優れた真空断熱材を得る。

7. 8 ヒストグラムにおける  
体積頻度の1ピーク



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 粉体の粒子径に対する体積頻度を示すヒストグラムにおいて、体積頻度のピークが少なくとも100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下と1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下とにある粉体を用いた芯材と、前記芯材を外包する外被材とからなる真空断熱材。

【請求項2】 粉体の粒子径に対する体積頻度を示すヒストグラムにおいて、体積頻度のピークが少なくとも100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下と1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下とにある粉体が、ウレタン粉末であることを特徴とする請求項1に記載の真空断熱材。

【請求項3】 ウレタン粉末の表面にシリカ粉末が付着していることを特徴とする請求項2記載の真空断熱材。

【請求項4】 粉体の粒子径に対する体積頻度を示すヒストグラムにおいて、体積頻度のピークが少なくとも100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下と1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下とにある粉体について、100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下にピークをもつ粉体がウレタン粉末であり、1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下にピークをもつ粉体が無機粉末であることを特徴とする請求項1記載の真空断熱材。

【請求項5】 粉体の粒子径に対する体積頻度を示すヒストグラムにおいて、体積頻度のピークが少なくとも100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下と1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下とにある粉体について、100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下にピークをもつ粉体がウレタン粉末であり、1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下にピークをもつ粉体がシリカ粉末であることを特徴とする請求項4記載の真空断熱材。

【請求項6】 平均粒径100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下のウレタン粉末と、平均粒径1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下のウレタン粉末を混合してなる粉体を通気性を有する内袋材に充填して芯材とし、前記芯材をガスバリア性を有する外被材に挿入し、内部を減圧後、外被材を封止してなることを特徴とする真空断熱材の製造方法。

【請求項7】 平均粒径100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下のウレタン粉末と、平均粒径1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下のシリカ粉末を10重量パーセント以上混合してなる粉体を通気性を有する内袋材に充填して芯材とし、前記芯材をガスバリア性を有する外被材に挿入し、内部を減圧後、外被材を封止してなることを特徴とする真空断熱材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷蔵庫などの断熱材や住宅の断熱材として使用可能な真空断熱材に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、地球環境保護の観点から省資源化、省エネルギー化が強く叫ばれており、家電製品においても廃棄物のリサイクルや断熱性能の向上が必要不可欠である。

【0003】 また、建築物についても、住宅に対する高気密・高断熱の高まりから、これまで断熱材の主流を占めてきたグラスウールから、より断熱性能の優れた硬質ウレタンフォームが使用され始めている。

【0004】 このように、家電製品、建築物に対する要求として省エネがあり、断熱材の性能向上は大きな課題となっている。

【0005】 このような課題を解決する一手段として真空断熱材がある。

【0006】 例えば、特開昭57-173689号公報に記載されているように、無機粉末を用いた真空断熱材が考案されている。その内容は、フィルム状プラスチック容器に単粒子径が1 $\mu$ m以下の粉末を充填し、内部を減圧後密閉することにより真空断熱材を得るというものである。

【0007】 効果としては工業化が容易な0.1~1mmHgの真空度で製造することができ、充填する粉末が微細であるため断熱性能の圧力依存性が小さく、優れた断熱性能を示す。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 真空断熱材の断熱原理は、熱を伝える空気を排除することである。しかしながら、工業的レベルで高真空にすることは困難であり、実用的に達成可能な真空度は0.1~10mmHgである。

【0009】 したがって、この真空度で目的とする断熱性能を得なければならない。

【0010】 気体によって熱が伝えられる場合の断熱性能に影響を及ぼす物性として平均自由行程がある。平均自由行程とは、気体を構成する分子の一つが別の分子と衝突するまでに進む距離のことで、平均自由行程よりも形成されている空隙が大きい場合は空隙内において分子同士が衝突し、気体による熱伝導、すなわち気体熱伝導が生じるため真空断熱材の熱伝導は大きくなる。逆に平均自由行程よりも空隙が小さい場合は真空断熱材の熱伝導は小さくなる。これは、気体熱伝導がほとんどなくなるためである。

【0011】 したがって、シリカ粉末などの微細な粒径を有する粉体を用いることにより空隙が小さくなり、気体熱伝導がほとんどなくなるため、真空断熱材の断熱性能が向上する。

【0012】 一方、粒径の小さな粉体を真空断熱材の芯材として用いると、粉体同士の伝熱点が多くなり、粉体中を熱が伝わる固体熱伝導が大きくなるため、真空断熱材の断熱性能が悪化するという、相反する問題を抱えている。

【0013】 また、特開昭57-173689号公報のようにコア材にシリカ粉末を適用した真空断熱材では、コストが高くなるという問題があり、真空断熱材の商品展開を図っていく上で大きな課題となっていた。

【0014】一方、地球環境問題における課題の一つとして廃棄物問題がある。この廃棄物問題に対して、家電製品においてもリサイクル性の向上が求められている。特に冷蔵庫の断熱材として使用されている硬質ウレタンフォームは、その材料特性からリサイクルが困難とされており、硬質ウレタンフォームのリサイクル方法の確立が必要であった。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は上記問題を鑑み、真空断熱材の芯材として粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の粉体と、粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の粉体とを混合してなる粉体を適用することを特徴としている。

【0016】したがって、粉体間の空隙が小さくなるため気体熱伝導が減少するとともに、粉体同士の伝熱点の増加を最小限に押さえることにより固体熱伝導をも増加させることのない、断熱性能の優れた真空断熱材を得るためのものである。

【0017】また、粉体の粒径を $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下、および $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下に限定することにより、気体熱伝導と固体熱伝導がともに優れた真空断熱材を得ることができる。 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の粉体に限定する理由は、 $400\mu\text{m}$ より大きい粉体は粉体からの発生ガス量が多くなるため経時信頼性の面で問題があり、 $100\mu\text{m}$ より小さい粉体では、より粒径の小さい粉体を添加する以前に固体熱伝導が大きくなってしまい、芯材として不適である。

【0018】さらに、 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の粉体に限定する理由は、 $50\mu\text{m}$ より大きい粉体では $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体間を充填するには粒径が大きく、 $1\mu\text{m}$ より小さい粉体では $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体間を充填するには多量の粉体が必要となり、製品重量の増大といった問題が発生するためである。

【0019】また、粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末と、粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末を用いていることから、ウレタン粉末として、冷蔵庫や住宅用断熱材として使用されている硬質ウレタンフォームの粉碎品を用いることにより、これらの硬質ウレタンフォームのリサイクルを図ることができる。

【0020】加えて、使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材や、建築物用のウレタンボード廃材を再生処理する際、フロン回収のためにウレタンフォームは平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体に粉碎される。したがって、フロン回収時に粉碎された平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ のウレタン粉末を、真空断熱材の芯材に用いるウレタン粉末の一部として再粉碎することなくそのまま用いることにより、芯材作製の効率化を図ることができるのである。

【0021】さらに、ウレタン粉末の表面にシリカが付

着している粉体を真空断熱材の芯材として用いている。したがって、ウレタン粉末の流動性が向上し、ウレタン粉末の充填性がさらに密になることから、粉体間の距離が小さくなり、気体による熱伝導の影響が小さくなるため、真空断熱材の断熱性能がさらに向上する。

【0022】また、粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末と、粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の無機粉末を使用している。したがって、例えばウレタン粉末間を密に充填し断熱性能を向上させる際は粒径が小さく球形に近いシリカ粉末を、ウレタン粉末間を充填しつつ軽量性を保ちコストを安価にするときにはバーライト粉末を用いる等、必要に応じて種々の無機粉末をウレタン粉末の混合することができる。

【0023】また、無機粉末としてシリカ粉末を用いることにより、気体熱伝導の低減とともに、真空断熱材中の内部ガス、特にウレタン粉末からの発生ガスを吸着することができるので、真空断熱材の内圧上昇による断熱性能悪化を抑制することができる。

【0024】また、本発明の真空断熱材の製造方法では、粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末と、粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末あるいはシリカ粉末を混合することによって、芯材に用いる粉体を作製している。したがって、高性能な真空断熱材の芯材を、粉体の混合という操作により容易に作製することができる。

【0025】さらに、シリカ粉末の添加量を $10$ 重量パーセント以上に限定することにより、ウレタン粉末の表面に付着するシリカ粉末の飽和量を超えてシリカ粉末を添加するものである。したがって、ウレタン粉末間を充填するに足るシリカ粉末を添加していることから、ウレタン粉末間の空隙を減少させ、気体熱伝導が減少するため、さらに断熱性能が向上した真空断熱材を得ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の真空断熱材は、粉体の粒子径に対する体積頻度を示すヒストグラムにおいて、体積頻度のピークが少なくとも $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下と $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下とにある粉体を用いた芯材と、前記芯材を外包する外被材とからなる真空断熱材である。

【0027】したがって、このような粉体を真空断熱材の芯材として適用することにより、粉体間の空隙が小さくなり気体熱伝導が減少するとともに、粉体同士の伝熱点の増加を押さえ固体熱伝導をも増加させることのない、断熱性能の優れた真空断熱材を得る。

【0028】また、粉体の粒径を $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下、および $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下に限定することにより、気体熱伝導と固体熱伝導がともによい真空断熱材を得ることができる。

【0029】なお、粉体の粒子径に対する体積頻度を示

すヒストグラムとは、例えば図2に示すように、横軸は粒子径( $\mu\text{m}$ )の対数スケールを、縦軸は相対粒子量の体積頻度パーセントを示したものである。また、ヒストグラムにおいて、一つの柱の幅 $\Delta x$ ( $\mu\text{m}$ )を $\Delta x = x_1 - x_5$ ( $\mu\text{m}$ )とすると、 $\log(x_1/x_5) = 0.05$ 以上 $0.10$ 以下を満たすものであることが望ましい。

【0030】このような粉体を得るためには、例えば平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の粉体と、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の粉体を混合することにより、作製可能である。

【0031】このとき、例えば平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の粉体間を平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の粉体が充填するという形態であっても、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の粉体に平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の粉体が混合されているという形態をとってもよく、特に限定するものではない。

【0032】また、 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下にピークをもつ粉体と、 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下にピークをもつ粉体の材料が、ウレタン粉末である。

【0033】したがって、ウレタン粉末として、冷蔵庫や住宅用断熱材として使用されている硬質ウレタンフォームの粉碎品を用いることにより、これらの硬質ウレタンフォームのリサイクルを図ることができる。また、芯材にリサイクルウレタン粉末を用いることにより、コスト低減を図ることができる。

【0034】さらに、使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材や、建築物用のウレタンボード廃材を再生処理する際、発泡剤であるフロンを回収しなければならない。ウレタンフォームのセル径は、冷蔵庫の断熱材に使用されているウレタンフォームでは約 $200\mu\text{m}$ 、住宅用断熱材として使用されているウレタンフォームでは $200\sim 300\mu\text{m}$ 、大きいものであれば $400\mu\text{m}$ になる。ウレタンフォームからフロンを回収する際には、ウレタンフォームを少なくともセル径以下に粉碎しなければならないので、フロン回収時にウレタンフォームは約 $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体に粉碎される。

【0035】したがって、フロン回収時に粉碎したウレタン粉末を真空断熱材の芯材に用いる際、平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体としてフロン回収後のウレタン粉末を再粉碎することなくそのまま使用し、平均粒径 $1\sim 50\mu\text{m}$ の粉体として、前記ウレタン粉末をさらに細かく再粉碎したウレタン粉末を用いることにより、芯材作製の効率化を図ることも可能である。

【0036】なお、性能を向上させる場合であれば、ウレタン粉末の粒径をそろえ、かつ粒径の特に大きなウレタン粉末を排除するため、平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体として、フロン回収後のウレタン粉末を再粉碎した粉体を用いることも可能である。

【0037】なお、 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の

ピークと $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下にピークのある粉体の材料は、主要材料がウレタン粉末であれば問題はない。例えば、冷蔵庫に使用されているウレタンフォームからウレタン粉末を作製する際、冷蔵庫の他の構成要素であるABS樹脂、発泡スチロール、アルミ箔等が混合されたウレタン粉末を得るが、混合された状態の粉体でも芯材として適用できる。

【0038】また、 $100\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下にピークをもつ粉体と、 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下にピークをもつ粉体が、ウレタン粉末であり、ウレタン粉末表面にシリカが付着している。

【0039】したがって、ウレタン粉末表面にシリカ粉末が付着していることから、ウレタン粉末の流動性が向上する。よって、ウレタン粉末の充填性がさらに密になることから、粉体間の距離が小さくなり、気体による熱伝導率の影響が小さくなるため、真空断熱材の断熱性能がさらに向上する。

【0040】また、 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下にピークをもつ粉体がウレタン粉末であり、 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下にピークをもつ粉体が無機粉末である。

【0041】したがって、例えばウレタン粉末間を密に充填し断熱性能を向上させる際は粒径が小さく球形に近いシリカ粉末を、ウレタン粉末間を充填しつつコストを安価にするときにはパーライト粉末を用いる等、必要に応じて種々の無機粉末にてウレタン粉末間を充填することができる。

【0042】なお、無機粉末とは、シリカ粉末、パーライト粉末、けい藻土粉末、酸化チタン粉末、珪酸カルシウム粉末等、ウレタン粉末間を充填できるものであれば特に指定されるものではないが、望ましくは固体熱伝導率の低い粉末がよい。

【0043】また、無機粉末の性状についても、球形状、針状、テトラポット状等、特に指定されるものではないが、ウレタン粉末間を密に充填し粉体間の空隙を極力小さくする場合には球形状の粉体を、ウレタン粉末間を充填しつつ密度増加を抑制する場合には針状やテトラポット状の針体を用いるといったように、必要に応じた選択が可能である。

【0044】また、無機粉末としてシリカ粉末を用いることにより、気体熱伝導が減少するとともに、真空断熱材中の内部ガス、特にウレタン粉末からの発生ガスをシリカ粉末が吸着することができるので、真空断熱材の経時的内圧上昇による断熱性能悪化を抑制することができる。

【0045】また、本発明の真空断熱材の製造方法は、平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末と、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末を混合してなる粉体を通気性を有する内袋材に充填して芯材とし、前記芯材をガスバリア性を有する外被材に挿入し、内部を減圧後、外被材を封止してなることを特

徴とする真空断熱材の製造方法である。

【0046】したがって、平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末と、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末を混合するだけで、簡単に高性能な真空断熱材の芯材に用いる粉体を作製することができる。

【0047】なお、平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末、および平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末の作製方法としては、特に限定するものではないが、硬質ウレタンフォームを粉砕したウレタン粉末を適用する場合には、汎用の粉砕機によって粉砕することにより容易かつ低コストな粉砕が可能である。

【0048】また、硬質ウレタンフォームとして、使用済み冷蔵庫から回収したウレタン廃材、建築物用のウレタンボード廃材、硬質ウレタンフォーム製品製造時の工場生産ロス材料等、様々な廃材、および産業廃棄物が適用できるため、地球環境保護や省資源リサイクルの面からも適している。

【0049】なお、ウレタン粉末の流動性を向上させるために、シリカ粉末等を添加してもよい。そのときの製造方法は特に指定するものではなく、平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ のウレタン粉末と平均粒径 $1\sim 50\mu\text{m}$ のウレタン粉末を混合するときにシリカ粉末等を添加する方法であっても、平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ のウレタン粉末と平均粒径 $1\sim 50\mu\text{m}$ のウレタン粉末にそれぞれシリカ粉末を添加し、ウレタン粉末表面にシリカ粉末をあらかじめ付着させた後両粉体を混合する方法であっても、何ら問題はない。

【0050】このようにして作製した粉体を通気性を有する内袋材に充填して芯材とし、前記芯材をガスバリア性を有する外被材に挿入し、内部を減圧後、外被材を封止して真空断熱材を作製するのである。

【0051】なお、芯材の脱水、脱ガスを目的として、外被材挿入前に加熱処理を施すことも可能である。このときの加熱温度は、脱水、脱ガスが可能であり、かつウレタン粉末の劣化が最小限に抑制されるという観点から、 $120^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ であることが望ましい。

【0052】また、真空断熱材の経時的な劣化を抑制するために、ガス吸着材を挿入することも可能である。

【0053】また、平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下のウレタン粉末と、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下のシリカ粉末を10重量パーセント以上混合してなる粉体を用いて真空断熱材を製造する。

【0054】したがって、ウレタン粉末と、10重量パーセント以上のシリカ粉末を混合するだけで、ウレタン粉末表面にシリカを付着させることによるウレタン粉末の流動性向上と、ウレタン粉末間の充填という2つの効果を得ることができるため、効率的に、性能のよい粉体を製造することができるのである。

【0055】また、シリカ粉末の添加量を10重量パーセント以上に限定していることにより、ウレタン粉末の表面に付着するシリカ粉末の飽和量を超えてシリカ粉末を添加している。したがって、ウレタン粉末間を充填するに足るシリカ粉末を添加しているため、ウレタン粉末間の空隙間距離を減少させることにより気体熱伝導が減少するため、さらに断熱性能が向上した真空断熱材を得ることができる。

【0056】以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0057】図1は本発明の一実施例における真空断熱材断面の模式図である。図1において、1は真空断熱材であり、使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材を粉砕したウレタン粉末2にシリカ粉末3を40重量パーセント添加した混合粉体4と、通気性を有する不織布からなる内袋材5と、ガスバリア性を有する外被材6とからなっている。

【0058】図2は混合粉体4の粒子径に対する体積頻度を示すヒストグラムである。図2のヒストグラムにおいて、横軸は粒子径( $\mu\text{m}$ )の対数スケールであり、一つの柱の幅 $\Delta x$ ( $\mu\text{m}$ )を $\Delta x = x_1 - x_8$ ( $\mu\text{m}$ )とすると、 $\log(x_1/x_8) = 0.086$ を満たすものである。

【0059】このヒストグラムにおいて、一つのピーク7は $100\sim 400\mu\text{m}$ にあり、他のピーク8は $1\sim 50\mu\text{m}$ にある。このピークを構成する粉体は、平均粒径 $235\mu\text{m}$ の、使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材を粉砕したウレタン粉末と、平均粒径 $25\mu\text{m}$ のシリカ粉末である。両粉体を混合することにより、図2に示すヒストグラムをもつ粉体を作製することができる。なお、粉体の平均粒径は島津製作所製のレーザ回折式の粒度分布測定装置SALD-3000Jにより測定した。

【0060】なお、本実施例では平均粒径 $235\mu\text{m}$ の粉体と平均粒径 $25\mu\text{m}$ の粉体を適用しているが、粒径はこれに限るものではなく、平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ および $1\sim 50\mu\text{m}$ の粉体であればよい。

【0061】粉体の粒径を $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下、および $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下に限定することにより、気体熱伝導と固体熱伝導がともに優れた真空断熱材を得ることができる。

【0062】 $100\mu\text{m}$ 以上で $400\mu\text{m}$ 以下の粉体に限定する理由は、 $400\mu\text{m}$ より大きい粉体は粉体からの発生ガス量が多くなるため経時信頼性の面で問題があり、 $100\mu\text{m}$ より小さい粉体では、より粒径の小さい粉体を添加する以前に固体熱伝導が大きくなってしまい、芯材として不適である。

【0063】さらに、 $1\mu\text{m}$ 以上で $50\mu\text{m}$ 以下の粉体に限定する理由は、 $50\mu\text{m}$ より大きい粉体では $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体間を充填するには粒径が大きくなり、1

$\mu\text{m}$ より小さい粉体では $100\mu\text{m}\sim 400\mu\text{m}$ の粉体間を充填するには多量の粉体が必要となり、製品重量の増大といった問題が発生するためである。

【0064】また、本実施例では平均粒径が $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体としてウレタン粉末を用いているが、ウレタン粉末の他、フェノール樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂等の熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂の粉末等、特に指定するものではないが、固体熱伝導の低い粉体が適している。その中でも、特にウレタンフォームを粉砕した粉体が、粉体の高高さ、固体熱伝導、粉体からの発生ガスといった特性の面で真空断熱材の芯材としてより適している。

【0065】したがって、ウレタン粉末として、使用済み冷蔵庫から回収したウレタン廃材、建築物用断熱材として使用されているウレタンボードの廃材、硬質ウレタンフォーム製品製造時の工場生産ロス材料等の廃材を適用することが、地球環境保護や省資源リサイクルの面からも適している。さらに、芯材にリサイクルウレタン粉末を用いることにより、コスト低減を図ることができる。

【0066】ウレタン粉末の作製方法としては、例えば使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材では、フロン回収後のウレタン粉末は平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ の粉体に粉砕され、減容化のためブリケット化されることが多い。このとき、冷蔵庫の他の構成材料であるABS樹脂、発泡スチロール、アルミ箔等が混合されたウレタン粉末のブリケット化物を得る。

【0067】このブリケット化物を解砕し、振動ふるいで分別することにより、ウレタン粉末を得ることができる。なお、振動ふるいで分別する際、あらかじめシリカ粉末等の流動化剤を添加しておくことにより、分別率や速度が向上する。

【0068】このようにして得られたウレタン粉末は平均粒径 $100\sim 400\mu\text{m}$ であり、このウレタン粉末を加工することなくそのまま芯材の一部として用いることができる。また、得られたウレタン粉末をさらに粉砕することにより、粒径のそろった粉末を得ることも可能である。

【0069】また、平均粒径 $1\sim 50\mu\text{m}$ の粉体としてシリカ粉末を用い、シリカ粉末を40重量パーセント添加している。したがって、ウレタン粉末表面にシリカ粉末が付着することによりウレタン粉末の流動性を向上させ最密充填を図るとともに、最密充填されたウレタン粉末間の空隙にシリカ粉末が充填されるので、粉体間の空隙が小さい、すなわち気体熱伝導の小さい、高性能な真空断熱材を得ることができるのである。

【0070】さらに、充填材としてシリカ粉末を使用しているため、真空断熱材中の内部ガス、特にウレタン粉末からの発生ガスをシリカ粉末が吸着することができるので、真空断熱材の経時的内圧上昇による断熱性能悪化

を抑制することができる。

【0071】なお、本実施例では平均粒径 $1\sim 50\mu\text{m}$ の粉体としてシリカ粉末を40重量パーセント添加したが、材料、添加量についてはこれに限定するものではない。例えば、材料についても、パーライト粉末、けい素土粉末、酸化チタン粉末、珪酸カルシウム等、特に限定されるものではない。

【0072】さらに、ウレタン粉末の流動性を向上させるためにシリカ、アルミナ、珪酸カルシウム、パーライト等の公知材料を1重量パーセント添加し、さらにウレタン粉末間を安価で軽量性を保つことができるパーライト、グラスウール等で充填することも可能である。

【0073】また、使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材を粉砕した平均粒径 $235\mu\text{m}$ のウレタン粉末と、平均粒径 $25\mu\text{m}$ のシリカ粉末との混合方法は特に指定するものではなく、汎用機械にて混合することにより、簡単かつ低コストに目的とする粉体を得ることができる。

【0074】ウレタン粉末2とシリカ粉末3を混合して得た混合粉体4を、通気性を有する不織布からなる内袋材5に充填して芯材とし、この芯材を必要に応じて $120^{\circ}\text{C}$ 以上 $180^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で約2時間乾燥する。

【0075】その後、ガスバリア性を有する外被材6に挿入し、内圧が約 $0.1\text{Torr}$ の真空度になるよう減圧排気後、外被材端部を熱融着により封止し、真空断熱材1を得た。

【0076】このとき、真空断熱材1の断熱性能の経時劣化を抑制するために、ドーソナイト、ハイドロタルサイト、金属水酸化物等のガス吸着剤、あるいはゼオライト、水酸化カルシウム、塩化カルシウム、塩化リチウム、活性炭、シリカゲル等の水分吸着剤を、芯材と混合使用することも可能である。

【0077】また、真空断熱材1に用いる外被材6の材料構成としては特に限定されるものではないが、例えば、最外層にポリエチレンテレフタレート樹脂、中間層にAL箔、最内層に高密度ポリエチレン樹脂からなるプラスチックラミネートフィルムと、例えば、最外層にポリエチレンテレフタレート樹脂、中間層にAL蒸着層を有するエチレンービニルアルコール共重合体樹脂（商品名エパール、クラレ（株）製）、最内層に高密度ポリエチレン樹脂からなるプラスチックラミネートフィルムとを袋状にしたものなどがある。

【0078】外被材の構成上の特徴としては、最外層は衝撃などに対応するためであり、中間層はガスバリア性を確保するためであり、最内層は熱溶着によって密閉するためである。

【0079】したがって、これらの目的に叶うのであれば、全ての公知材料が使用可能であり、更に改善する手段として、最外層にナイロン樹脂などを付与することで耐突き刺し性を向上させたり、中間層にAL蒸着層を

有するエチレンービニルアルコール共重合体樹脂を2層設けたりしても良い。

【0080】また、熱融着する最内層としては、シール性やケミカルアタック性などから高密度ポリエチレン樹脂が好ましいが、この他に、ポリプロピレン樹脂やポリアクリルニトリル樹脂などを用いてもよい。

【0081】

【発明の効果】以上のように、本発明の断熱パネルは、真空断熱材の芯材として粒径100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下の粉体と、粒径1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下の粉体とを混合してなる粉体を用いることを特徴としている。

【0082】したがって、粉体間の空隙が小さくなるため気体熱伝導が減少するとともに、粉体同士の伝熱点の増加を最小限に押さえることにより固体熱伝導をも増加させることのない、断熱性能の優れた真空断熱材を得ることができる。

【0083】また、粉体の粒径を100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下、および1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下に限定することにより、気体熱伝導と固体熱伝導がともによい真空断熱材を得ることができる。

【0084】また、粒径100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下のウレタン粉末と粒径1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下のウレタン粉末を用いていることから、冷蔵庫や住宅用断熱材として使用されている硬質ウレタンフォームの粉砕品を用いることにより、これらの硬質ウレタンフォームのリサイクルを図ることができる。

【0085】加えて、使用済み冷蔵庫から回収されたウレタン廃材や、建築物用のウレタンボード廃材を再生処理する際、フロン回収のためにウレタンフォームは平均粒径100～400 $\mu$ mの粉体に粉砕される。したがって、フロン回収時に粉砕した平均粒径100～400 $\mu$ mのウレタン粉末を、真空断熱材の芯材に用いるウレタン粉末の一部として再粉砕することなくそのまま用いることにより、芯材作製の効率化を図ることができるのである。

【0086】さらに、ウレタン粉末の表面にシリカが付着している粉体を真空断熱材の芯材として用いている。したがって、ウレタン粉末の流動性が向上し、ウレタン粉末の充填性がさらに密になることから、粉体間の距離が小さくなり、気体による熱伝導の影響が小さくなるため、真空断熱材の断熱性能がさらに向上する。

【0087】また、粒径100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以

下のウレタン粉末と、粒径1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下の無機粉末を用いている。したがって、例えばウレタン粉末間を密に充填し断熱性能を向上させる際は粒径が小さく球形に近いシリカ粉末を、ウレタン粉末間を充填しつつ軽量性を保ちコストを安価にするときにはバーライト粉末を用いる等、必要に応じて種々の無機粉末をウレタン粉末に混合することができる。

【0088】また、無機粉末として、シリカ粉末を使用していることから、気体熱伝導の低減とともに、真空断熱材中の内部ガス、特にウレタン粉末からの発生ガスを吸着することができるので、真空断熱材の内圧上昇による断熱性能悪化を抑制することができる。

【0089】また、本発明の真空断熱材の製造方法では、粒径100 $\mu$ m以上で400 $\mu$ m以下のウレタン粉末と、粒径1 $\mu$ m以上で50 $\mu$ m以下のウレタン粉末あるいはシリカ粉末を混合することによって、芯材に用いる粉体を作製している。したがって、高性能な真空断熱材の芯材を、粉体の混合という操作により容易に作製することができる。

【0090】さらに、シリカ粉末の添加量を10重量パーセント以上に限定することにより、ウレタン粉末の表面に付着するシリカ粉末の飽和量を超えてシリカ粉末を添加するものである。

【0091】したがって、ウレタン粉末間を充填するに足るシリカ粉末を添加していることから、ウレタン粉末間の空隙間距離を減少させ、気体熱伝導が減少するため、さらに断熱性能が向上した真空断熱材を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による真空断熱材断面の模式図

【図2】本発明の一実施形態による粉体の粒子径に対する体積頻度を示す図

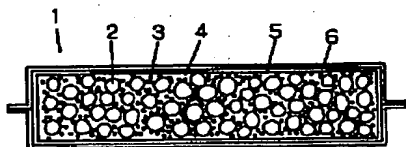
【符号の説明】

- 1 真空断熱材
- 2 ウレタン粉末
- 3 シリカ粉末
- 4 ウレタン粉末とシリカ粉末の混合粉体
- 5 内袋材
- 6 外被材
- 7, 8 ヒストグラムにおける体積頻度の1ピーク



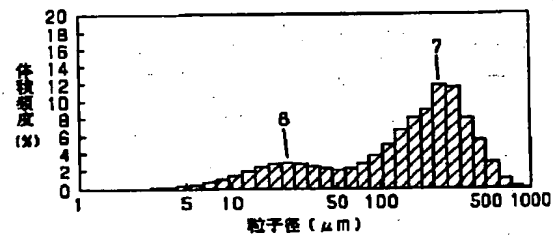
【図1】

- 1 真空断熱材
- 2 ウレタン粉末
- 3 シリカ粉末
- 4 ウレタン粉末とシリカ粉末の混合粉体
- 5 内袋材
- 6 外被材



【図2】

7.8 ヒストグラムにおける  
体積頻度の1ピーク



フロントページの続き

(72)発明者 宅島 司  
大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号  
松下冷機株式会社内

Fターム(参考) 3H036 AA08 AA09 AB15 AB18 AB23  
AB28 AC03 AD01